

## A cink-elemnyom szakirodalmának összefoglalása

Növényekben azt találták, hogy a cinktartalom akkor nagy, ha a talajban is sok a cink. Ilyen cinktalajokon, mint amilyenek pl. Achen és Osnabrück környékén vannak, tipikusan cinkkedvelő növények vegetációját találjuk. Ilyenek: *Viola calaminaris*, *Viola tricolor*, *Thlaspi alpestre*, *Alsine verna*, *Armeria Halleri*, *Armeria vulgaris* és *Silene inflata*.

JENSCH (35.) azt találta, hogy néhány növénynél a törzstulajdonságokban is változást lehet megfigyelni, ha azok ilyen cinktalajokon éltek.

FREYTAG (21.) azt találta, hogy minden növény hajlamos cinkfelhalmozásra, ha cinkben dús talajon fejlődik. Főként a levelekben és szárrészekben halmozódik fel a cink, a magban és termésben általában ilyen esetben is kevés.

Növényi hamuvizsgálatokból megközelítőleg azt állapították meg, hogy a cinktartalom cinkoxidban kifejezve 0.5–1.0% között ingadozik.

LECHARTIER ÉS BELLAMY (42.) kimutatták a cinket búzában, borsóban, babban és tengeriben.

JAWILLIER (28.) dolgozatában arra mutat rá, hogy a koniferákban különösen sok a cink a többi növényhez viszonyítva.

Növényi részek és a hamu cinktartalmának vizsgálatával igen sokan foglalkoztak. Így különösen: MONTANARY (49.), WEITZEL (66.), BERG (3.), KEILHOLZ (37.), Mc HARGUE (26.), de különösen BERTRAND (4.).

RAGNER-BERG (3.) azt állapította meg, hogy a zöldbab és a spenót cinktartalma 100 g-ként 20 mg-nál is több és hogy táplálékaink cinktartalma lényegesen nagyobb azok mangántartalmánál.

BERTRAND (4.), aki növényi hamuk elemnyomvizsgálatával, mint említettem, különösen sokat foglalkozott, azt találta, hogy a zöldlevelek cinktartalma nagyobb az etioláltakénál.

Megállapította azt is, hogy a kevesebb cink gyümölcsökben és elsárgult levelekben van. Közlése szerint kg-ként 1 mg mennyiségben.

Gyökerekben és citromlében 1–2 mg-t, banánban, kelvirágban, paradicsomban, burgonyában 2–3 mg-t, datolyában, spárgában 3–4 mg-t, spenótban 6 mg-t, hagymában 10–14 mg-t, hüvelyesekben 10–15 mg-t határozott meg kg-ként.

SCHWAYBOLD ÉS NAGEL (63.), friss főzelékfélékben 3–10 mg cinket határoztak meg és megállapították azt is, hogy gyümölcsfélékben és borbán igen kevés a cink, viszont nagyon sok a rizskeményítőben, búzasikérben, a rozs-csíránövényekben, kakaóban, rozssikérben és seprűben.

Az általuk vizsgált növényekben és egyéb táplálékokban megfigyelték azt is, hogy a cinktartalom mindig nagyobb, mint a réztartalom.

SPENGLER (60.) szerint a cukorrépa cinktartalma kg-ként 2 mg.

JAWILLIER (29.) szerint különösen gazdagok cinkben a koniferák, valamint a búzacsira.

MOUSSERON és FAUROUX (51.) gombákat vizsgáltak és azokban igen nagymennyiségű cinket határoztak meg. Meghatározásaik szerint gombaféléktől függően a cinktartalom 40–280 mg/kg.

A gombáknak ez a nagy cinktartalma ezután a közlemény után különösképpen sarkalta a kutatókat különböző penészek és gombák cinkigényének vizsgálatára.

RAULIN (55.) már 1869-ben úgy vélte, hogy gombáknál a cink a táplálékban életszükséglet.

ONO (54.), RICHTER (58.), JAWILLIER (30.), BUROMSKY (14.), LAPPALAINEN (41.) rámutattak azokra az erőteljes hatásokra, amelyet cink adagolására az *Aspergillus niger*-nél tapasztaltak.

LEPIERRE (44.) a cink hatását kadmiummal, berylliummal, urániummal és

rézrel helyettesíteni tudta. Ezt COUPIN (16.) is megerősítette vizsgálataiban.

KOSINSKI (38.) megfigyelte, hogy cink adagolásra az *Aspergillus* lélegzése növekedett.

BUROMSKY (14.), BUDKEWITSCH-ORLOW (12.) azt állapították meg, hogy cink jelenlétében az *aspergillus* alig, vagy egyáltalán nem szintetizál oxálsavat. Ezt BORTELS (9.) is megerősítette, aki kimutatta azt is, hogy a cinkhiány megbénítja az anyagcserét az *Aspergillus*-nál, ami azzal jár, hogy felhalmozódik az oxálsav és csökken a termés súlya. Megállapította azt is, hogy az *Aspergillus*-nak a cink életpfeltétele, és ha hiányzik, úgy a vegetatív fejlődés és a termőképesség nagy mértékben csökken.

BULST (13.) megfigyelte, hogy *Penicillium glaucum* jobban fejlődik, ha táplálékában kis mennyiségű cink is van.

A cinknek magasabbrendű növényekre való hatását elsőként NOBBE, BAESSLER és VILL (53.) tanulmányozták. Tengerivel kísérletezve azt tapasztalták, hogy ha a tápoldatba cinknitrátot vagy cinkkarbonátot adtak, úgy az a növekedést nagymértékben gátolta.

BAUMANN (2.) különféle terményekre nézve meghatározta a cink toxikus hatását és azt tapasztalta, hogy az 1–5 mg között ingadozott tápoldat literenként. Koniferák azonban literenként még 10 mg cink esetén sem mutattak rendellenes fejlődést.

FREYTAG (21.) a cinkszulfát káros töménységét 1:5000-nek, mérgező hatását 200 mg/l-nél nagyobbaknál találta.

KRAUCH (40.) borsóval, fűvekkel folytatott kísérleteiben azt tapasztalta, hogy a borsó cinkre nagyon érzékeny.

EHRENBERG (19.) kísérleteiben a cinket kedvezőtlennek találta a növényfejlődésre, mert a cink szerinte az ammóniából ammóniumhidroxidot tesz szabaddá.

BOKORNY (8.) azt tapasztalta, hogy a csirázásra a cinkók vagy nem voltak befolyással, vagy károsak voltak.

GORUP-BESANEZ (24.) megállapította, hogy a talajba aránylag nagy mennyiségben adott cinkkarbonát borsónál, rozsnál, tatárkánál nem volt káros, mert a talaj abszorbeálta a cinket és a nagy adagok ellenére a növények abból alig vettek fel valamit.

BAUMANN (2.) szerint a cinket a talajzeolitok és humátok abszorbeálják.

STORP (61.) tanulmányozta az abszorpciós viszonyokat és azt tapasztalta, hogy ha cinkkel végzett bázis kicserélést nagyobb mennyiségű kálium és kalcium ment oldatba.

Cinkből készült tenyészedényekből könnyen oldódik a cink, ha humuszos talajokat gipsszel trágyáznak, mert szabad savak keletkeznek, amelyek a cinkedényt oldják. Ezt a megállapítást TACKE (64.) közölte.

VOELCKER (65.) arra mutat rá, hogy az oldható cinkók sokkal mérgezőbbek a növényekre, mint a kevésbé oldhatók.

KÖNIG (39.), HASELHOFF és GÖSSL (27.) közölték, hogy az öntözővíz cink-tartalma rétvontózásnál káros.

LUNDEGARDH (47.) zabbal kísérletezve vízkultúrában 500.000-ed normál cinkszulfátot már károsnak talált.

KANDA (36.) kedvező eredményekről számol be a növények növekedése tekintetében a cinkkel kapcsolatban. Azt állapította meg, hogy borsónál vízkultúrában igen kis mennyiségek (1:35.10<sup>6</sup>–1:70.10<sup>6</sup>) jól hatottak.

JAWILLIER (31.) gramineákkal kísérletezett jó eredménnyel. Cinkszulfátra számítva 1:5.10<sup>6</sup>–1:250.000 töménység-határok között adagolta a cinket és a gramineák termése a cink emelkedésével arányosan növekedett.

Ezeket az adatokat ellenőrizte BRENCHLEY (10.) Rothamstedben. Részint igen csekély, részint semmi hatást nem tapasztalt 1:5.10<sup>6</sup>–1:5.10<sup>7</sup> adagolás mellett árpánál és borsónál. Árpánál 1:20.10<sup>6</sup> hígítás mellett igen kis hatást lehetett megfigyelni.

Más szerzők, ú. m. GEDROIZ (23.), NAKAMURA (52.) hagymával, szójababbal, FELLERS (20.) mustárral végzett kísérleteikben azt találták, hogy kis-mennyiségű cink kedvező volt a termésre.

A talajbaktériumok működésére nézve folytatott vizsgálatok közül ki kell emelni LIPPMAN és BURGESS (46.) kísérleteit, akik kimutatták, hogy cink-sókkal a nitrifikáló baktériumok működésüket megkétszerezték, míg az ammónifikálókra a cink hatástalan volt.

MONTANARI (50.) kísérleteivel ezeket a megállapításokat nem tudta megerősíteni.

LIPPMAN és GERICHKE (45.) szerint a néha megfigyelhető jó hatás arra vezethető vissza, hogy az alkáliák feleslege esetén a cink, mint antagonistá elem érvényesül.



Igen melyrehatóan vizsgálta a cink-hatást GRACANIN (25.), aki kimutatta, hogy a cink a heterotrof növények életműködésben egészen más szerepet játszik, mint az autotrofokéban.

Kimutatta, hogy a csírázási energia növeléséhez cinkre van szükség, bár a mennyiség igen csekély. A csírázásnak ez az aktiválása csak addig tart, míg a csíranövény első leveleit kihajítja, vagyis amíg a klorofillképződés megindul. A cink hatása növekedett a hőmérséklet emelkedésével és a fény mennyiség növekedésével, miért is a cink toxicitását csak úgy lehet megadni, ha az említett két értéket is meghatározzuk. További vizsgálatok során kimutatta azt is, hogy még 0.001 molár cinkszulfát is károsan hatott kísérleti növényeire, mert a cink hatására a klorofill és a plazma elroncsolódott. E megfigyelése alapján BERTRAND és JAWILLIER eredményeit, amelyek szerint cinkszulfáttal terménynövekedés mutatkozott, úgy magyarázta, hogy nem a növényre hatott a cink, hanem a talajbaktériumokat serkentette élénkebb működésre s így a talaj kedvezőbb tápanyag állapota folytán növekedett meg a termés. Azt tette fel, hogy ha a talajban a cink biológiailag abszorbeálódik, az kedvező a termésre, ha viszont kémiai abszorpció áll be, ez a cink toxicitása miatt kedvezőtlen. Ezért lehet megfigyelni cink hatására váltakozóan terménynövekedést, vagy terméseszkökenést a különböző talajfelelőseken.

Ezek a kísérletek jó összhangban vannak azokkal a már említett vizsgálatokkal, amelyeket a cink hatásának tanulmányozására LIPPMANN és BURGESS végeztek.

MEVIUS (48.) azt mutatta ki, hogy a gyökérfejlődésre növényektől függően a cink 1:1.600.000—1:10.000.000 hígításban is mérgező. E mérgező hatást vassal nagymértékben csökkenteni lehetett.

Ezt ROBERG és GRACANIN (59.) vizsgálataik során megerősítették.

SCHARRER és SCHROPP (62.) szintén foglalkoztak a cink hatás tanulmányozásával. Homokkultúrában kultúrnövényeken kísérleteztek 10<sup>-10</sup>—10<sup>-11</sup> millivál töménységű hatóanyag között. Búza, rozs, árpa, zab, tengeri és borsó szerepeltek kísérleteikben. Megállapították, hogy a cink iránt a legérzékenyebb a zab, majd sorrendben kevésbé érzékeny az árpa, búza és a rozs. Jó hatás csak a rozsnál volt megfigyelhető. Zabnál már 10<sup>-10</sup> millivál tö-

ménység gátlóan hatott a fejlődésre és csökkentette a terméshozamot is. Árpánál 10<sup>-4</sup>, búzánál 10<sup>-4</sup>, rozsnál 1.0 millivál töménység hatott hasonlóan.

A tengeri igen érzéketlennek mutatkozott cinkkel szemben, mert 1.0 millivál töménységnél csak egész kismértékű károsodást lehetett megfigyelni.

Kísérleteikkel azt is megállapították, hogy a cinkionnak a kadmiumnál lényegesen kisebb a mérgező hatása.

Azt, hogy a magasabbrendű növényeknek, bár kis mennyiségben, de szükségük van cinkre, azokból a tipikusan cinkbetegségnek nevezett tünetekből tapasztaljuk, amelyek a növényeken cinkhiány esetén jelentkeznek, és amelyek cink adagolásával gyógyíthatók. Ilyen betegség a klorofillképződés hiányossága. Ezt cink sók talajbajuttatásával, vagy a beteg növény cink-só-oldattal való permetezésével gyógyítani lehet.

CHANDLER (15.) fákknál cinkhiány esetén cinkezett szögeknek a törzsbe való beverésével jó eredményt figyelt meg.

A beteg növényeknél és fákknál azt is megállapították a kutatók, hogy a betegség cinkre specifikus, mert a beteg levelekben kevesebb cink volt mint az egészségesekben, és a betegséget csak cinkkel lehetett meggyógyítani, más elemmel nem.

REED (57.) cinkhiány esetén a paradicsomnál törpe növekedést figyelt meg.

Amerikában a citrusfélék »mottle leaf« betegségének szintén cinkhiány az oka. Más betegségek is ismeretesek, mint a »rosetta betegség«, »pecan rosetta«, a *Carya olivaféléknél*, a »bronzbetegség«, a tung-olajfákknál (*Aleurites fordii*), tengerinél a »white bud« nevű betegség, szőlőnél a »court-noue« betegség.

BOAS (11.) azt is megfigyelte, hogy ha szárazságban bír mellett cinket is adott, úgy a növények a szárazságot jobban tűrték és a növényekben több volt az aminosav, mint a nem trágyázottakban. A kísérlet szerint a cink a növények szárazságtűrését fokozta.

Beteg narancslevelekben nitrátot és meg. Cink adagolására az asszimiláció újból helyesen működött, amiből DUFRENOY és REED (18.) azt következtették, hogy a klorofillképzés határozott redox-potenciál mellett folyik le és ennek fenntartásához cinkre is szükség van. Ez különösen akkor fontos, ha a növénynek főleg nitrát a nitrogénforrása.

Mikroszkópos vizsgálatok rávilágítottak arra is, hogy különféle szerkezeti elváltozások mutatkoznak, cinkhiány mellett a szövetekben, azonkívül felhalmozódik a kalciumoxalát is.

Kísérletek azt is bebizonyították, hogy a növények cink-klorózisa különbözik a vas klorózistól és csak cinkkel gyógyítható meg.

HAAS nagymennyiségű cink káros hatását alumínium adagolásával tompítani tudta.

BERTRAND (7.) azt találta, hogy a növényekből nyert egyes vitaminfrakciók cinket tartalmaznak.

Cink adagolása cinkszegény talajokon, mint amilyen pl. a »Florida everglades« talaj. ALLISON, MELLER és ROBERTSON (1.) kísérletei szerint a legkülönbözőbb kultúrnövények termelésénél jó hatású volt. Ilyen növények voltak többek között a cukorrépa, földieper, zab, lucerna, árpa, búza, fák közül a citrusfélék.

Sok szerző, köztük RAULT és BRETON (56.), LECHARTIER és BELLAMY (43.), BERTRAND és VLADESCO (7.), mutatott rá arra, hogy a cink az állati szervezet állandó alkotórésze. Különösen azok a szervek dúsak cinkben, amelyek nagyobb mennyiségű foszfátidot és nukleoproteidot tartalmaznak.

Cinkben szegény a szőrzet és a tej, gazdagabbak a csontok és izmok, különösen gazdag cinkben a máj, amelynek cinktartalma kg-ként a 100 mg-t is eléri.

Embernél a szervezet összes cinktartalmát a szövetek vastartalmával egyenlőnek találták.

Annak ellenére, hogy a cink a szervezetben csak kis mennyiségben halmozódik fel és könnyen kiürül, a vérének mégis igen nagy. Ez a tükröz cinkhiány és cinkbőség mellett sem változik.

DELEZENNE (17.) igen sok cinket talált a kígyóméregben. A cink a kígyóméreg Decitínáz hatásánál mint katalizátor szerepel. Ezzel magyarázható, hogy a

kígyó méregmirigyében a cink felhalmozódik.

Az alacsonyrendű állatoknál a cink tehérjéhez kötve fordul elő, hasonlóan a hámocyanin rézkötéshez.

A tőkehal májában is sok cinket találtak, ami kapcsolatban lehet a vitamin-képződéssel.

Állatoknál a szaporodószervekben is igen sok cinket határoztak meg, és úgy látszik, hogy a cinknek a szaporodásban nagy szerepe van. Disznó és juhspermában 2000 mg cinket határoztak meg kg-ként.

A legutóbbi időkben BERTRAND és WEBER (6.) bizonyos kapcsolatot állapítottak meg cink és a hormonhatás között. Megfigyelték, hogyha *Rhodotorula glutinis*-nek folliculint adtak, kevésbé hatott, mintha cinkkel együtt adagolták. Önmagában a cink ugyancsak kevésbé volt hatásos.

A kutatók szerint az élő szervezetek általában 5–6-szor annyi cinket tartalmaznak, mint reze. Az agyvelő pl. felnőtt embernél 5.2–15.7 mg/kg, a máj 15–93 mg/kg cinket tartalmaz, eredeti friss anyagra vonatkoztatva.

Az ember változatos étrend mellett naponta 7–20 mg cinket ürít ki, főként a székleten keresztül. Savanyú étel a cinkcserét növeli, lúgos étel csökkenti.

Állatoknál megfigyelték, hogy testük cinktartalma a születéskor legnagyobb, és ez a cinktartalom a növekedéssel fokozatosan bizonyos határig csökken. Megfigyelték azt is, hogy a laktációs időszak alatt a szervezet cinktartalma csökken, utána újból emelkedik.

E rövid szakirodalmi áttekintésből is láthatjuk, hogy a cinknek mint elemnyomnak nagy a jelentősége az élő világban a legapróbb állati és növényi lényektől a legmagasabbrendű emberi szervezethez egyaránt. Sok növényi betegség okozója a kutatások szerint a talaj cinkhiánya és cinkadagolással ezek a káros elváltozások gyógyíthatók.

SIK KAROLY

## Irodalom

1. ALLISON, R. W., MELLER J. R. & ROBERTSON, R. E.: Florida agric. exp. Stat. Ann. Rep. 177, 1933, 96, 1934.
2. BAUMANN, A.: Landw. Versuchest. 31, 1, 1885.
3. BERG, R.: Biochem. Z. 165, 461, 462, 1925.
4. BERTRAND, G.: C. R. Acad. Sci. Páris, 171, 744, 1920., 172, 768, 1921. C. R. Acad. Sci. Páris, 175, 289, 1922. C. R. Acad. Sci. Páris, 187, 1098, 1928. Z. angew. Chem. 44, 917, 1931. C. r. Acad. Sci. Páris, 197, 1374, 1933. C. r. Acad. Sci. Páris, 198, 1823, 1934. Ann. Inst. Pasteur 62, 571, 1939.
5. BERTRAND, G. & BENSON, B.: Ann. Inst. Pasteur, 38, 405, 1925.
6. BERTRAND, G. & WEBER, A.: C. r. Acad. Sci. Páris, 202, 1629, 1936. Erd. Vitamin- u. Hormonforschung 2, 191, 1939.
7. BERTRAND, G. & VLADESCO, R.: C. r. Acad. Sci. Páris, 171, 744, 1920.
8. BOKORNY, Th.: I.—III. Mittlg. Biochem. Z. 50, 1, 1913.
9. BORTELS, H.: Biochem. Z. 182, 301, 1927.
10. BRECHLEY, W. E.: Ann. of. Bot. 28, 283, 1885.
11. BOAS, F.: Dynamische Botanik. München. 1937.
12. BUDKEWITSCH W. & ORLOW.: Biochem. Z. 132, 556, 1922.
13. BULST, C.: Jahrb. Bot. 37, 205, 1902.
14. BUROMSKY, J.: Ann. Inst. Agron. Moskau, 17, 109, 1911.
15. CHANDLER, W. H.: Bot. Gaz. 98, 625, 1937.
16. COUPIN, H.: C. R. Acad. Sci. Páris, 157, 1475, 1476, 1913.
17. DELEZENNE, C.: Ann. Inst. Pasteur, 33, 68, 1919.
18. DUFRENOY, J. & REED, H. S.: Ann. Sci. Agron. 4, 637, 1934.
19. EHRENBERG, P.: Land. Versuchst. 72, 15, 1910.
20. FELLERS, C. R.: Soil Sci. 6, 81, 1918.
21. FREYTAG, M.: Mittlg. Landw. Akad. Poppelsdorf, 82, 1868.
22. FREYTAG, M.: Mittlg. Landw. Akad. Poppelsdorf, 82, 1868.
23. GEDROIZ, K. K.: Selsk. khoz. i. Liesov 345, 625, 1914.
24. GORUP-BESANEZ: Ann. Chem. Pharm. 127, 243, 1863.
25. GRACANIN, M.: Biochem. Z. 194, 215, 1928.
26. HARGUE, J. S. Mc.: J. agric. Res. 30, 193, 1925. J. amer. Soc. Agron. 17, 368, 1925. Amer. J. Phys. 77, 245, 1926. Bot. Gaz. 94, 381, 1932. J. amer. Soc. Agron. 24, 562, 1932.
27. HASELHOFF, E. & GÖSSL, F.: Z. Pflanzenkrankheiten 14, 193, 1904.
28. JAWILLIER, M.: C. r. Acad. Sci. Páris, 145, 1212, 1907.
29. JAWILLIER, M.: An. Inst. Pasteur, 22, 720, 1908.
30. JAWILLIER, M.: These Páris, 1908.
31. JAWILLIER, M.: VII. internat. Congr. appl. Chem. 1910.
32. JAWILLIER, M.: C. R. Acad. Sci. Páris, 145, 1212, 1907. Bull. Sci. pharmacol. 14, 694, 1907. C. R. Acad. Sci. Páris, 146, 365, 1908.
33. JAWILLIER, M.: Ann. Inst. Pasteur, 22, 720, 1908.
34. JAWILLIER, & ISMAS, S.: C. r. Acad. agric. France, 12, 721, 1926.
35. JENSCH, E.: Z. angew. Chem. 14—15, 1894.
36. KANDA, M.: J. Coll. Sci. Univ. Tokio, 19, 1, 1904.
37. KEILHOLZ, A.: Pharm. Weekbl. 58, 1482, 1922.
38. KOSINSKI, J.: Jahrb. Bot. 37, 137, 1901.
39. KÖNIG, J.: Landw. Jahrb. 12, 837, 1883.
40. KRAUCH, C.: Landw. Versuchsst. 27, 468, 1883.
41. LAPPALAINEN, H.: Öfvers. finska. vetens. Soc. förh. 62, 1, 1921.
42. LECHARTIER, G. & BELLAMY, F.: C. r. Acad. Sci. Páris, 84, 687, 1877.

43. LECHARTIER, G., & BELLAMY F.: C. r. Acad. Sci. Páris, 84, 687, 1877.
44. LEPIERRE, Ch.: C. r. Acad. Sci. Páris, 156, 358, 1913.  
Bull. Soc. Chim. France, 13, 285, 1913.  
C. R. Acad. Sci. Páris, 156, 409, 1179, 1489, 1913.  
Bull. Soc. Chim. France, 13, 681, 1913.  
C. R. Acad. Sci. Páris, 157, 876, 1913.  
C. R. Acad. Sci. Páris, 158, 67, 1914.
45. LIPPMAN, C. B., & GERICKE, W. F.: Americ. J. Bot. 5, 151, 1918.
46. LIPPMAN, C. B. & BURGESS, P. S.: Univ. California Pub. agric. Sci. 1, 127, 1914.
47. LUNDEGARDH, H.: Med. Centralanst. försöksv. 326, 1927.
48. MEVIUS, W.: Jahrb. wiss. Bot. 69, 119, 1928.
49. MONTANARY, C.: Staz. sper. agric. ital. 50, 69, 1917.
50. MONTANARY, C.: Staz. sper. agric. ital. 54, 278, 1921.
51. MOUSSERON, M., & FAUROUX P.: Bull. Soc. Chim. biol. Páris, 14, 1235, 1932. Z. Pflanzenern., Dü. u. Bodenk. (A) 33, 368, 1934.
52. NAKAMURA, M.: Bull. Coll. agric. univ. Tokio. 6, 147, 1904.
53. NOBBE, F., BAESSLER, P. & WILL, H.: Landw. Versuchst. 30, 380, 1884.
54. ONO, N.: Zentralb. Bakt. II, 9, 154, 1902.
55. RAULIN, J.: Ann. Sci. nature Bot. 11, 93, 1869.
56. RAULT, F., & BRETON, H.: C. r. Acad. Sci. Páris, 85, 40, 1877.
57. REED, H. S.: Amer. J. Bot. 26, 29, 1939.
58. RICHTER, A.: Zentralb. Bakt. II, 7, 417, 1901.
59. ROBERG, M.: Zentralb. Bakt. II, 74, 333, 1928.
60. SPENGLER, O. & ZABLINSKY, K.: Z. Ver. deutsch. Zuckerindustrie, 79, 251, 1929.
61. STORP, F.: Landw. Jahrb. 12, 795, 1883.
62. SCHARRER, K. & SCHROPP, W.: Z. Pflanzenern., Dü. u. Bodenkunde (A) 34, 14, 1934.
63. SCHWAYBOLD, J., & NAGEL, G.: Vorratzpflege u. Lebensmittelvorschunk 2, 231, 1939.
64. TACKE, B.: Fühlings Landw. Ztg. 54, 331, 332, 1905.
65. VOELCKER J. A.: Woborn exp. Stat. Rep. 1, 1907; 24, 1913.
66. WEITZEL: Centralb. Phys. 28, 766, 1914.